

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛОДОРОДИЯ РАЗЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СОСТАВА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ САЖЕНЦЕВ ЯБЛОНИ С ЗКС

А.К. РАДЖАБОВ, А.А. НИКИТЕНКО, В.М. ЛАПУШКИН, В.Д. СТРЕЛЕЦ

(ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева)

Актуальность работы заключается в том, что в последние годы в производстве посадочного материала плодовых, лесных и декоративных многолетних культур наблюдается тенденция получения и использования для создания новых насаждений саженцев с закрытой корневой системой (ЗКС). Для получения наилучших результатов в выращивании посадочного материала такого типа следует изучить достаточно большое количество параметров, в том числе провести подбор оптимального почвенного субстрата, учитывая его состав, от которого будут зависеть химические и физические показатели, устойчивость к вымыванию питательных элементов и др. Исследование проводилось с целью установления закономерностей изменения элементов плодородия в почвенной смеси для культивирования саженцев с ЗКС, оценки эффективности субстратов и установления оптимального состава субстрата для выращивания саженцев яблони с ЗКС. Изучались закономерности изменения следующих компонентов почвенного плодородия субстрата в зависимости от его состава: содержание органического вещества, реакция почвенной среды, емкость поглощения, сумма поглощенных оснований, содержание основных макроэлементов.

Согласно полученным данным использование различных компонентов в составе грунта существенно влияет на элементы плодородия и динамику изменения их параметров в период выращивания саженцев в контейнерах. Применение органических добавок способствует частичной компенсации питательных веществ вследствие процесса минерализации этих компонентов. С другой стороны, такие субстраты показали более длительную мобилизацию питательных веществ для обеспечения растений. Результаты показали, что самыми эффективными компонентами почвогрунтов, обеспечившими наибольший прирост побегов исследуемых растений, были перлит и перегной. Максимальные изменения по азоту были отмечены в варианте субстрата с добавлением песка. Содержание подвижного фосфора в составе субстратов на основе торфа и перегноя было наиболее стабильным. Существенное снижение содержания обменного калия установлено в вариантах с использованием перлита, биогумуса и перегноя.

Ключевые слова: яблоня, контейнерный способ выращивания саженцев, почвенный субстрат, саженцы, торф, навоз, гумус, перлит.

Введение

Одной из важнейших проблем при выращивании саженцев с закрытой корневой системой является почвоутомление [1, 2]. Почвоутомление – это приобретение почвой (грунтом) свойств, под влиянием которых резко снижаются процессы роста, развития и формирования генеративных органов сельскохозяйственных культур при их возделывании на одном и том же месте в течение нескольких лет подряд. К этим свойствам можно отнести, в том числе, истощение почвосмеси и ее уплотнение, что в свою очередь приводит к плохой аэрации корней. Все эти последствия в совокупности приводят к тому, что растение перестает получать питательные вещества в необходимых количествах. В таком случае, помимо изменения процессов роста,

растение также не формирует необходимый для конкурентоспособности презентабельный внешний вид [3].

Состав субстрата является ключевой позицией при выращивании саженцев в питомнике с ЗКС. Он не только влияет на архитектуру корневой системы, но и является источником и хранилищем питательных веществ и воды, которые обеспечивают обмен веществ растений [6]. К главным показателям, характеризующим качество грунта, можно отнести механический состав, плотность, влажность, количество питательных элементов и реакцию среды (величина pH) [7]. Эти показатели, согласно исследованиям, влияют на расположение корневой системы в почвенных слоях и оказывают воздействие на усвоение питательных веществ растениями. Влажность, как и другие показатели, играет большую роль в развитии корневой системы, в том числе в скорости ее роста [4]. Как известно, большая часть влаги, поглощенная растением из почвы, идет на охлаждение листового аппарата путем испарения. У растения с ЗКС водный режим во многом обуславливается агротехническими мероприятиями.

Целью нашего исследования явились выявление закономерностей изменения элементов плодородия почвенного субстрата и установление оптимального его состава для выращивания саженцев яблони с закрытой корневой системой.

В задачи исследований входили разработка состава почвенного субстрата и изучение закономерностей изменения следующих компонентов почвенного плодородия субстрата в зависимости от его состава:

- содержание органического вещества;
- реакция почвенной среды;
- емкость поглощения;
- сумма поглощенных оснований;
- содержание основных макроэлементов (NPK);
- оценка эффективности субстратов и установление оптимального состава субстрата для выращивания саженцев яблони с ЗКС.

Материал и методика исследования

Исследования проводили в Егорьевском питомнике Никитенко Александра в Егорьевском районе Московской области в 2015–2017 гг. Объект исследования: саженцы яблони сорта Орлик на подвое 54–118.

Использовались саженцы, полученные методом окулировки, которая была проведена в июле 2014 г. Саженцы высаживали в контейнеры вместимостью 12 л, которые заполняли субстратами различного состава. Переходной торф, входящий в состав всех вариантов, предварительно за 5 дней до посадки был нейтрализован гашеной известью (пушонкой).

Было использовано 4 различных варианта почвенной смеси.

Схема опыта:

Субстрат 1 (торф + песок, в соотношении 3:1);

Субстрат 2 (торф + перлит, в соотношении 3:1);

Субстрат 3 (торф + песок + перегной в соотношении 3:0,7:0,3);

Субстрат 4 (торф + песок + биогумус в соотношении 3:0,9:0,1).

Согласно требованиям проведения опытов с плодовыми культурами повторность опыта была 8-кратной.

Каждый субстрат состоял из торфа, доведенного до нейтральной реакции с помощью гашеной извести, дозу которой устанавливали по величине pH солевой вытяжки (ГОСТ 11623–89). Доза составила 4,44 г Ca(OH)₂ на 1 л торфа. Все варианты были выровнены по количеству внесенных питательных веществ.

Поскольку грунты формировали из компонентов с различным содержанием элементов питания, дозы минеральных удобрений в каждом варианте опыта дифференцировали с учетом химического состава органических удобрений. Общее содержание азота определяли в соответствии с ГОСТ 26715–85, после мокрого озоления – по Кьельдалю в концентрированной серной кислоте в присутствии смешанного катализатора (порошковая смесь металлического селена с сульфатом меди), с дальнейшим отгоном аммиака по методу Кьельдаля. Определение содержания фосфора в органических удобрениях проводили молибдатным методом после минерализации в кипящей серной кислоте в присутствии смешанного катализатора. Оптическую плотность окрашенного фосфорно-молибденового комплекса, восстановленного до молибденовой сини, измеряли на фотоэлектроколориметре согласно ГОСТ 26717–85. Валовое содержание калия в озоленных по методу Кьельдаля образцах органических удобрений определяли фотометрически по ГОСТ 26718–85 на пламенном фотометре.

Чтобы на каждый литр грунта в составе минеральных и органических удобрений в сумме было внесено 100 мг азота, 150 мг фосфора и 210 мг калия, при приготовлении грунтов 1 и 2 дозы удобрений составили:

- Монофосфат калия (KH_2PO_4) – 0,3 г/л (с этим количеством было внесено 150 мг P_2O_5 и 99 мг K_2O);

- Калийная селитра (KNO_3) – 0,24 г/л, то есть было внесено 111 мг K_2O и 34 мг N;

- Аммиачная селитра (NH_4NO_3) – 0,19 г/л, или 66 мг N.

Таким образом, в сумме было внесено, мг/л грунта: $\text{N}_{100}\text{P}_{150}\text{K}_{210}$.

При использовании органических удобрений их дозу определяли, исходя из содержания в них азота, поэтому дополнительно азот в грунтовые смеси № 3 и № 4 не вносили.

При формировании грунта 3 использовался конский перегной, поэтому количество внесенных с ним фосфора и калия вычитали из общей дозы элементов питания и к смеси добавляли только монофосфат калия в количестве 0,23 г/л грунта.

Для приготовления грунта 4 использовали биогумус, содержание элементов питания в котором значительно отличалось от перегноя, для выравнивания количества питательных веществ использовали монофосфат калия в дозе 0,14 г/л грунта и сульфат калия (K_2SO_4) – 0,12 г/л.

Таким образом, все грунтовые смеси имели эквивалентное количество внесенного азота, фосфора и калия (табл. 1).

Таблица 1

Дозы внесенных удобрений

Номер грунта	Состав грунта	Внесенные удобрения, г/л грунта			
		KH_2PO_4	KNO_3	NH_4NO_3	K_2SO_4
1	Торф-песок	0,30	0,24	0,19	-
2	Торф-перлит	0,30	0,24	0,19	-
3	Торф-песок-конский перегной	0,23	-	-	-
4	Торф-песок-биогумус	0,14	-	-	0,12

В связи с тем, что основным компонентом грунтов был торф, характеризующийся крайне низким содержанием магния и микроэлементов, было необходимо обеспечить ими растения. Магний вносили в дозе 70 мг/л в виде сульфата магния.

Микроэлементы вносили в водорастворимой форме в виде химически чистых солей (сульфатов марганца, цинка, железа, меди, молибдата аммония) и борной кислоты. Дозы микроэлементов и их солей представлены в таблице 2.

Таблица 2

Дозы микроудобрений

Элемент	Доза, мг/л	Удобрение	Доза, мг/л грунта
B	3	H ₃ BO ₃	18
Mn	4	MnSO ₄	19
Zn	1	ZnSO ₄	11
Mo	5	(NH ₄) ₂ MoO ₄	10
Fe	25	FeSO ₄	109
Cu	10	CuSO ₄	42

Микроудобрения вносили в виде растворов во все грунты в одинаковом количестве.

Для равномерного перемешивания компонентов субстрата была использована специальная механическая мешалка. Удобрения вносились в растворенном виде с помощью пульверизатора в перемешивающуюся смесь, непосредственно в емкость мешалки. Маточные растворы всех удобрений приготавливались заранее и находились в различных емкостях.

В качестве контрольного варианта в опыте использовалась стандартная для питомника смесь: торф и песок в пропорциях 3:1. В субстрате 2 песок был заменен на агроперлит. В субстрате 3 к торфу и песку был добавлен конский перегной (3:0,7:0,3). В субстрате 4 была увеличена доля песка и уменьшена доля органического удобрения, которое было заменено на биогумус (3:0,9:0,1).

Высадка растений проводилась в 12-литровые контейнеры для дальнейшего отбора проб грунта. Проводилась высадка однолетних растений яблони, привитых на подвое 54–118 в 2014 г. В дальнейшем сосуды с саженцами располагались на контейнерной площадке, застеленной черной пленкой, которая со временем была заменена на агротекстиль. Растения располагались в рендомизированном порядке для исключения возможности влияния случайных факторов.

На опытных растениях проводились мероприятия по уходу, осуществлялись наблюдения и отбор проб.

Результаты исследования и их обсуждение

Содержание органического вещества является важным показателем плодородия почвогрунта, от которого зависят не только уровень минерального питания растений азотом, фосфором и серой, но и агрофизические показатели: влагоемкость, воздухопроницаемость, тепловой режим и емкость поглощения, а также микробиологическая активность. Как показали наши исследования (рис. 1), исходное содержание органического вещества было самым высоким в варианте с сочетанием торфа и перегноя (51,9%), несколько меньше – в варианте биогумусом (43,7%), меньше всего – в варианте с перлитом (18,9%).

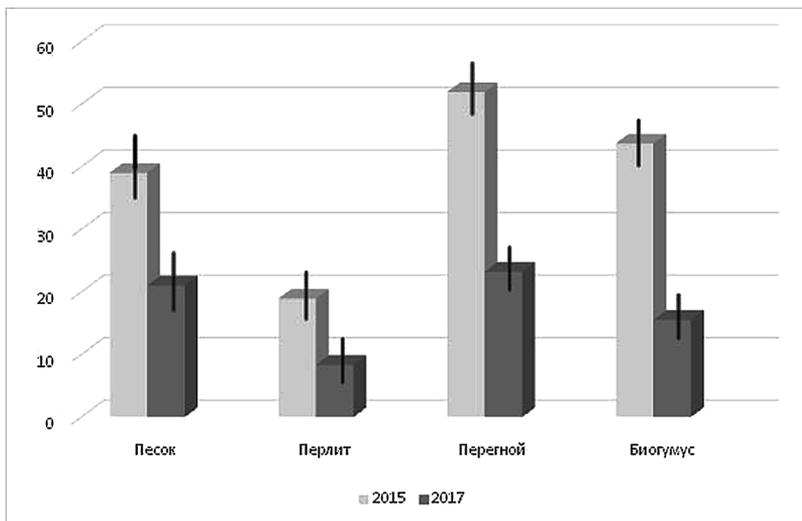


Рис. 1. Изменение содержания органического вещества в субстрате в зависимости от его состава, % (ГОСТ 27753.10–88)

Согласно полученным данным после двух лет вегетации растений содержание органического вещества во всех вариантах опыта снизилось. При этом минерализация органических соединений протекала с разной интенсивностью. Снижение содержания органического вещества было максимальным в варианте с биогумусом (наиболее богатым лабильными органическими соединениями) – 2,8 раза. В грунтах с внесением перлита и перегноя снижение составило 2,3 и 2,2 раза соответственно; в торфо-песчаной смеси – 1,8 раза.

Многие агрофизические показатели грунтов зависят также от объемной массы, изменение которой, как показали наши исследования, во многом зависело от состава грунтов. В грунтах с внесением хорошо рыхлящих компонентов – перегноя (с высоким содержанием опилок) и перлита – колебания объемной массы были минимальными и составили соответственно 8 и 11% относительно исходных показателей. Это говорит о довольно высокой устойчивости грунта к изменению плотности с течением времени и сохранению исходных агрофизических свойств.

Изменение объемной массы грунта на основе торфа и биогумуса достигало 13%, а максимальным было в варианте с торфо-песчаной смесью – 17%.

Несмотря на указанные различия, объемная масса всех грунтов за время проведения опыта не превысила $1,0 \text{ г/см}^3$, что является верхней границей оптимального диапазона.

Одним из важных показателей является реакция среды. С целью изучения ее изменения с течением времени нами была определена величина pH солевой и водной вытяжки исследуемых грунтов до закладки опыта в 2015 г. и после двух лет проведения в 2017 г. (ГОСТ 26483–85, ГОСТ 26423–85).

Исходная кислотность всех грунтов соответствовала близкой к нейтральной реакции ($\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,7-6,1$; $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} - 6,1-6,3$), что соответствует оптимальному интервалу для выращивания опытных растений (рис. 2).

Величина pH_{KCl} более объективно характеризует степень кислотности грунта, так как учитывает не только свободные протоны H^+ почвенного раствора, но и обменно-поглощенные почвенным поглощающим комплексом ионы водорода и алюминия. За счет проявления физиологической реакции солей, дыхания корней

и минерализации органического вещества обменная и актуальная кислотность снижалась во всех грунтах, но наиболее существенно этот показатель изменялся в варианте с сочетанием торфа с песком и почти не изменился в варианте с перлитом.

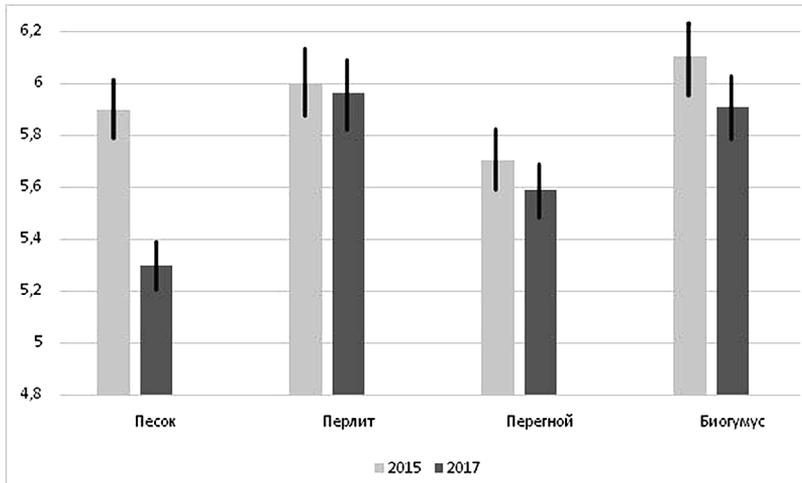


Рис. 2. Изменение pH_{KCl} в зависимости от состава субстрата (ГОСТ 26483–85)

Таким образом, по истечении двух лет опыта реакция среды в грунтах с внесением перлита, перегноя и биогумуса осталась в оптимальном для растений интервале: $pH_{KCl} > 5,5$ ед. Способность грунта поглощать и удерживать в своем составе в обменно-поглощенном состоянии ионы из почвенного раствора характеризует такой показатель, как емкость поглощения (емкость катионного обмена – ЕКО). Как показали наши исследования, изменение ЕКО во многом зависело от состава субстрата (рис. 3).

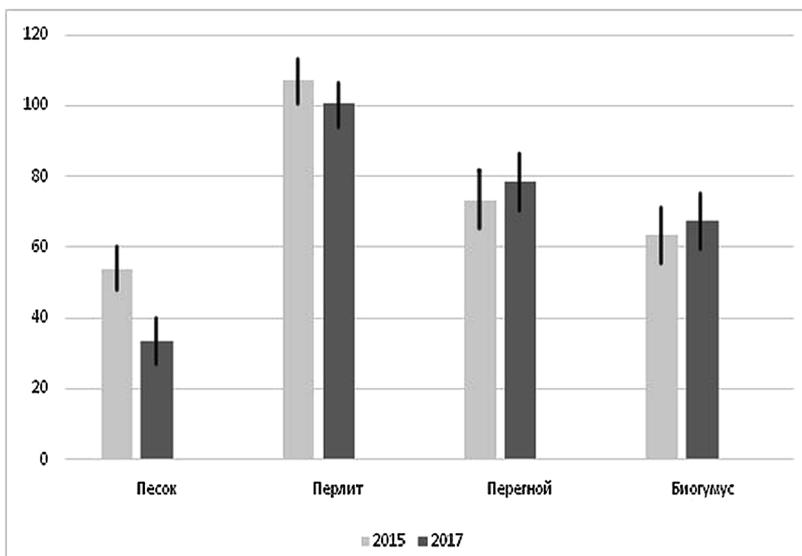


Рис. 3. Изменение емкости поглощения субстрата в зависимости от его состава, мг-экв/100 г

Формирование грунта на основе торфа и минеральных компонентов (песка или перлита) приводило к снижению емкости поглощения: наиболее интенсивно – в смеси торфа с песком, в меньшей степени – в грунте с внесением перлита, что, очевидно,

связано с крайне малой объемной массой перлита и, как следствие, с высокой исходной поглотительной способностью >100 мг-экв/100 г).

В вариантах, где в состав субстрата входили перегной и биогу́мус, напротив, наблюдалось увеличение емкости поглощения за счет обогащения грунта органическими коллоидами.

Следует также отметить, что несмотря на различия в динамике ЕКО в разных грунтах, величина емкости, тем не менее, соответствовала требованиям нормативных документов, предъявляемым к почвогрунтам.

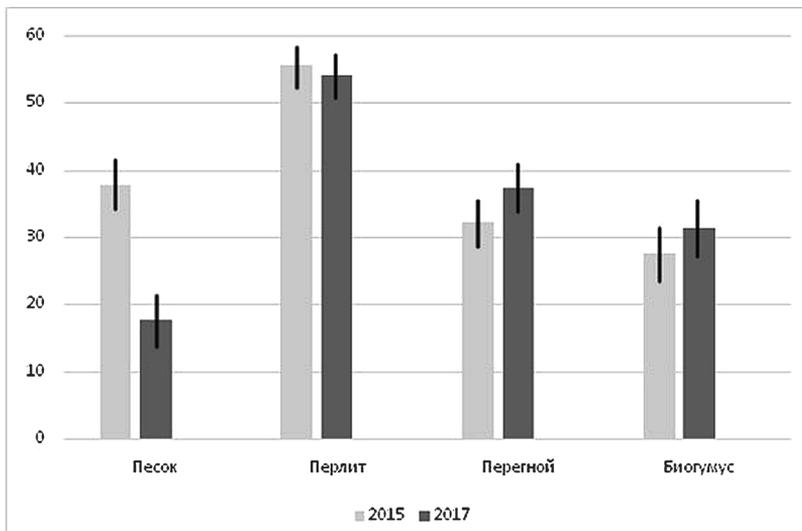


Рис. 4. Изменение суммы поглощенных оснований в зависимости от состава субстрата, мг-экв/100 г (ГОСТ 27821–88)

Из данных рисунка 4 следует, что изменение емкости поглощения изучаемых грунтов определялось снижением или повышением суммы поглощенных оснований. Так, в грунтах на основе песка или перлита, в которых происходило снижение величины ЕКО, также наблюдается и снижение содержания обменно-поглощенных оснований, а в грунтах с биогу́мусом и перегноем сумма поглощенных оснований возрастала соответственно на 14 и 16% относительно исходных значений.

О содержании в грунтах водорастворимых солей судили по величине удельной электропроводности водной вытяжки, которую определяли кондуктометрически согласно ГОСТ 26423–85. Как показывают результаты наших исследований (рис. 5), этот показатель тесно коррелирует с продуктивностью опытной культуры. Так, во всех вариантах опыта наблюдалось снижение содержания водорастворимых солей за счет поглощения элементов питания растениями, но максимальное изменение удельной электропроводности отмечено в грунте на основе торфа и перлита (3:1), то есть в варианте с максимальным годовым приростом саженцев, что говорит о большей доступности питательных веществ из состава грунта [5]. Такая же закономерность наблюдалась и в отношении второго грунта с внесением только минеральных форм элементов питания (торф + песок 3:1).

Способность грунта длительное время обеспечивать растения необходимыми элементами минерального питания без дополнительного их внесения в виде корневых подкормок является важнейшим показателем его качества. В связи с этим нами было осуществлено определение содержания доступных для растений форм питательных элементов до закладки опыта и после его проведения.

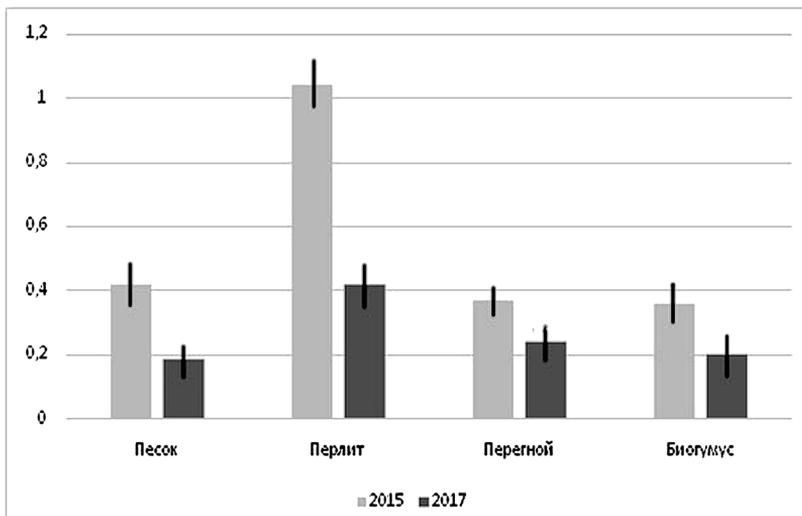


Рис. 5. Изменение общего содержания солей по удельной электропроводности в зависимости от состава субстрата, mSm/cm (ГОСТ 26423–85)

Содержание щелочегидролизующего азота довольно хорошо характеризует обеспеченность растений этим элементом в долгосрочной перспективе. Из рисунка 6 следует, что его содержание в торфо-песчаной смеси снизилось на 1/3, в то время как другие грунты в меньшей степени подверглись изменениям содержания щелочегидролизующего азота.

Наименьшее снижение отмечено в варианте с грунтовой смесью на основе торфа и перегноя (3%), что связано с минерализацией азотистых соединений, входящих в ее состав.

Ожидалось, что вариант с гумусом должен был показать себя приблизительно в таком же диапазоне, однако в его случае изменения оказались более значительными (-17,7%), в связи с чем можно сделать заключение о недостаточном содержании гумуса в грунте.

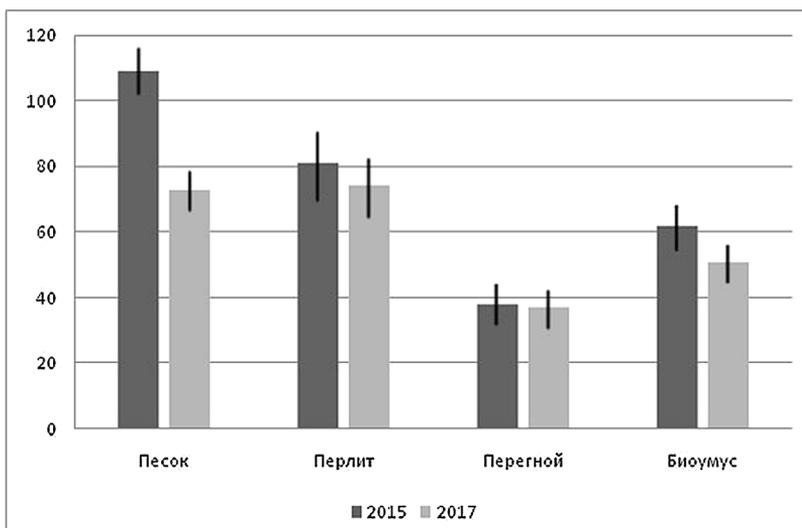


Рис. 6. Изменение содержания щелочегидролизующего азота по Корнфилду в зависимости от состава субстрата, мг/кг

Как и ожидалось, наибольшие изменения по азоту произошли в варианте с песком (23,9%), однако, возможно, это объясняется более высокими показателями в росте побегов по сравнению с вариантами органических удобрений (суммарный прирост побега за 3 года – 168 см против 154 см и 157 см). При этом вариант с использованием перлита не только показал небольшие изменения по азоту (9%), но и был на первом месте по общей длине надземной части растений (186 см).

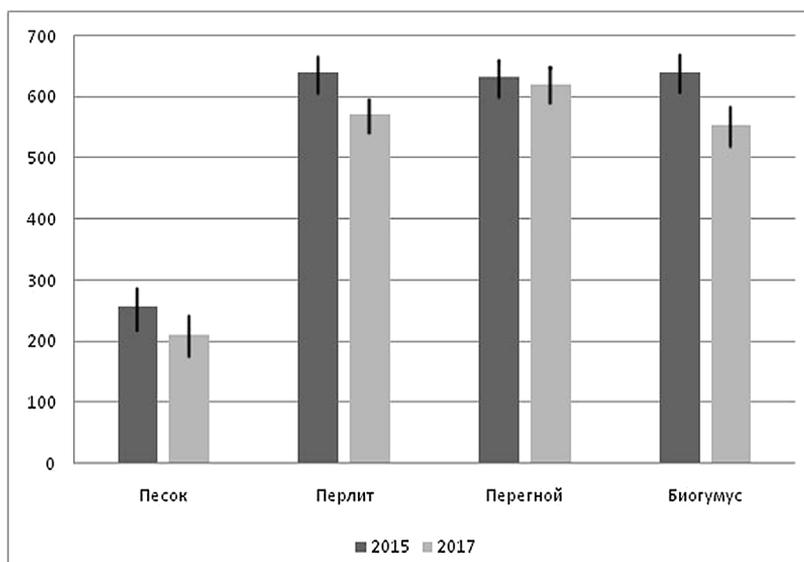


Рис. 7. Изменение содержания фосфора в зависимости от состава субстрата, мг P₂O₅/кг (ГОСТ 26207–91)

Содержание подвижных фосфатов и обменного калия (по ГОСТ 26207–91) снизилось во всех вариантах опыта, что объясняется потреблением элементов питания из состава грунта саженцами яблони (рис. 7). Снижение содержания подвижного фосфора составило 11 и 13% в вариантах с перлитом и биогумусом соответственно, а в грунте на основе торфа и перегноя оно было наиболее стабильным, и изменение составило менее 2%. Наиболее сильно содержание фосфатов упало в варианте с торфяно-песчаной смесью (16%).

Поскольку калий, в отличие от азота и фосфора, не входит в состав сложных органических соединений, его содержание с течением времени подвергалось наибольшему изменению, так как единственным его источником в исследуемых грунтах являются легкодоступные минеральные соли.

По снижению содержания обменного калия варианты с использованием перлита, биогумуса и перегноя (рис. 8) показали самые значительные величины по снижению его содержания (51–55%). Наименьшее изменение содержания калия наблюдалось в варианте с торфяно-песчаной смесью (31%).

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что наименьшие изменения содержания питательных веществ наблюдаются в субстрате с добавлением перегноя благодаря способности поддержания постоянной концентрации питательных веществ за счет минерализации органического вещества и высвобождения элементов питания. Возможно, в более долгосрочной перспективе данный вариант мог бы показать наилучший результат по темпам накопления биомассы растений.

Нами также проводился учет прироста побегов в изучаемых вариантах почвенных смесей в зависимости от их состава – как показатель развитости растений.

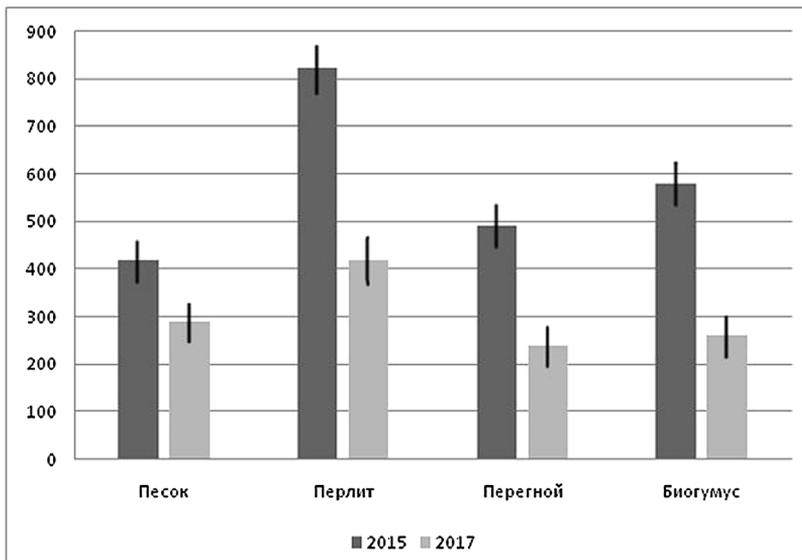


Рис. 8. Изменение содержания калия в зависимости от состава субстрата, мг K₂O/кг (ГОСТ 26207–91)

Таблица 3

Оценка разницы вариантов субстратов в зависимости от годичных приростов саженцев яблони, см

Варианты опытов		Песок	Перлит	Перегной	Биогумус
		54,3	61,0	49,7	52,0
Песок	54,3	0	6,7	4,7	2,3
Перлит	61,0		0	11,3	9,0
Перегной	49,7			0	2,3
Биогумус	52,0				0
НСР05					6,2

Установлены определенные закономерности зависимости ежегодных приростов побегов растений, выращиваемых в контейнерах, от состава субстрата (табл. 3). В целом следует отметить, что во всех вариантах с применением контейнерного способа выращивания наблюдались хороший рост побегов и, соответственно, облиственность растений. Результаты дисперсионного анализа по оценке влияния состава субстрата на рост побегов показали, что доля влияния фактора составила 60%, а доля случайного варьирования – 40%.

В таблице 3 представлена оценка разницы вариантов субстратов. При сравнении отдельных опытных вариантов установлено, что в первые 2 года исследований

лучшие результаты по развитию прироста побегов показал вариант с использованием торфа и агроперлита, взятых в соотношении 3:1. Следующим по размеру прироста был вариант верховой торф + песок, 3:1; затем верховой торф + песок + перегной, 3:0,7:0,3. Оценка различий вариантов по величине годичных приростов саженцев яблони показала в субстрате с перлитом, что величина годичных приростов достоверно отличается от других субстратов. Другие субстраты существенно друг от друга не отличаются.

Выводы

Оценка различий в содержании основных компонентов, определяющих плодородие субстратов после двух лет выращивания саженцев, позволила сделать следующие выводы.

Самая высокая интенсивность минерализации и уменьшение содержания органического вещества были установлены в вариантах с применением субстратов, имеющих в своем составе органические компоненты.

В вариантах субстратов, имеющих в составе компоненты, обладающие свойствами рыхления (перегной и перлита), изменения в величине объемной массы были минимальными относительно исходных показателей, что свидетельствует о довольно высокой устойчивости грунта к изменению плотности с течением времени и сохранению исходных агрофизических свойств.

Обменная и актуальная кислотность снижалась у субстратов всех составов, но наиболее существенно эти показатели изменялись в варианте с сочетанием торфа с песком и почти не изменились в варианте с перлитом.

Использование субстрата на основе торфа и минеральных компонентов (песка или перлита) приводило к снижению емкости поглощения, и наоборот, в вариантах, где в состав субстрата входили перегной и биогумус, наблюдалось увеличение этого показателя. Несмотря на различия в динамике ЕКО в разных грунтах, величина емкости, тем не менее, соответствовала требованиям нормативных документов, предъявляемым к почвогрунтам. В грунтах на основе песка или перлита, в которых происходило снижение величины ЕКО, также наблюдается и снижение содержания обменно-поглощенных оснований.

Во всех вариантах опыта наблюдалось снижение содержания водорастворимых солей за счет поглощения элементов питания растениями, но максимальное изменение удельной электропроводности отмечено в грунте на основе торфа и перлита (3:1), то есть в варианте с максимальным годовым приростом саженцев, что говорит о большей интенсивности питания.

Содержание щелочегидролизуемого азота в торфо-песчаной смеси снизилось на 1/3, в то время как другие субстраты в меньшей степени подверглись изменениям содержания этого показателя. Минимальные изменения отмечены в варианте со смесью на основе торфа и перегноя, что, очевидно, связано с минерализацией азотистых соединений, входящих в ее состав. Максимальные изменения по азоту были отмечены в варианте с добавлением песка. Содержание подвижного фосфора в составе субстратов на основе торфа и перегноя было наиболее стабильным, а наибольшее снижение содержания этого элемента установлено в варианте с торфяно-песчаной смесью. Существенное снижение содержания обменного калия установлено в вариантах с использованием перлита, биогумуса и перегноя. В целом наименьшие изменения содержания питательных веществ установлены в субстрате с добавлением перегноя.

Библиографический список

1. Безух Е.П. Выращивание саженцев плодовых и ягодных культур с закрытой корневой системой как экологически чистая технология / Е.П. Безух // Научно-методические, организационно инновационные аспекты семеноводства сельскохозяйственных культур в Северо-Западном регионе РФ. – СПб., 1999. – С. 59–60.
2. Володько И.К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды / И.К. Володько. – Минск: Наука и техника, 1983. – 192 с.
3. Красовская И. Корневая система растений и рост ее в зависимости от внешних факторов / И. Красовская // Труды по прикладной ботанике. – 1925. – Вып. 5. – Т. XV. – С. 57–114.
4. Раджабов А.К. Практическое руководство для питомниководов / А.К. Раджабов, Б.У. Мисриева, Ш.И. Шарипов, Л.А. Дорожкина // М.: ООО «Полиграф Плюс», 2015.
5. Раджабов А.К. Особенности роста и питания саженцев яблони сорта орлик в зависимости от способа выращивания и состава субстрата / А.К. Раджабов, А.А. Никитенко, В.М. Лапушкин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 6. – С. 5–15.
6. Салаш П. Проблема стресса растений в контейнерах / П. Салаш // Проблемы дендрологии, цветоводства, плодоводства: Материалы VI Международной конференции. – Ялта, 1998. – С. 50–56.
7. Шубакова Н.В. Особенности размножения черной смородины с закрытой корневой системой / Н.В. Шубакова, О.В. Хапаева // Научно-технический бюллетень ВИР. – 1991. – Т. 207. – С. 34–35.

CHANGES IN THE FERTILITY ELEMENTS OF VARIOUS SUBSTRATES DEPENDING ON THEIR COMPOSITION WHEN GROWING APPLE SEEDLINGS UNDER THE ROOT-BALLED SYSTEM

A.K. RADZHABOV, A.A. NIKITENKO, V.M. LAPUSHKIN, V.D. STRELETS

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The production of planting material for fruit, forest and ornamental perennial crops has been recently characterized by a tendency to obtain and use seedlings with a root-balled system (RBS) for setting out new plantings. To obtain the best results in the cultivation of this type of planting material, it is necessary to study a sufficiently large number of parameters, including the selection of the optimal soil substrate, taking into account its composition, which will depend on chemical and physical parameters, resistance to leaching of nutrients, etc. This study was conducted in order to establish patterns of changes in the elements of fertility in the soil mixture for cultivating seedlings with the RBS, evaluate the effectiveness of substrates and determine the optimal composition of the substrate for growing apple seedlings with the RBS. The authors studied some regularities of changes in the following components of soil fertility of the substrate depending on its composition: the content of organic matter, the reaction of the soil environment, the absorption capacity, the amount of absorbed bases, and the content of the main macronutrients. According to the data obtained, the use of various components in the soil composition significantly affects the elements of fertility and the dynamics of changes in their parameters during the period of growing seedlings in containers. The use of organic additives contributes to partial compensation of nutrients, due to the process of mineralization of these components. On the other hand, such substrates showed a longer mobilization of nutrients that are provided to plants. The results have shown that perlite and humus are the most effective components

of soils that ensure the greatest growth of shoots of the studied plants. The maximum changes in nitrogen were observed in the variant of a sandy substrate. The content of mobile phosphorus in the composition of substrates based on peat and humus was the most stable. A significant decrease in the content of exchangeable potassium was found in the variants using perlite, vermicompost and humus.

Key words: apple tree, container method of growing seedlings, soil substrate, seedlings, peat, manure, humus, perlite.

References:

1. *Bezukh E.P.* Vyrashchivanie sazhentsev plodovykh i yagodnykh kul'tur s zakrytoy kornevoy sistemoy kak ekologicheski chistaya tekhnologiya [Growing fruit and berry seedlings with a root-balled system as an environmentally friendly technology] / E.P. Bezukh. // Nauchno-metodicheskie, organizatsionno innovatsionnye aspekty semenovodstva sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Severo-Zapadnom regione RF. – SPb. 1999: 59–60. (In Rus.)
2. *Volod'ko I.K.* Mikroelementy i ustoychivost' rasteniy k neblagopriyatnym faktoram sredey [Microelements and plant resistance to adverse environmental factors] / I.K. Volod'ko. – Minsk: Nauka i tekhnika, 1983: 192. (In Rus.)
3. *Krasovskaya I.* Kornevaya sistema rasteniy i rost ee v zavisimosti ot vneshnikh faktorov [Root system of plants and its growth depending on external factors] / I. Krasovskaya // Trudy po prikladnoy botanike. – 1925; 5; XV: 57–114. (In Rus.)
4. *Radzhabov A.K.* Prakticheskoe rukovodstvo dlya pitomnikovodov [Practical guide for plant nursery breeders] / Radzhabov A.K., Misrieva B.U., Sharipov Sh.I., Dorozhkina L.A // M.: OOO "Poligraf Plyus". – 2015: 11.75 p.l. (In Rus.)
5. *Radzhabov A.K.* Osobennosti rosta i pitaniya sazhentsev yabloni sorta orlik v zavisimosti ot sposoba vyrashchivaniya i sostava substrata [Characteristics of growth and nutrition of apple seedlings (the Orlik variety) depending on cultivation methods and substrate composition] / A.K. Radzhabov, A.A. Nikitenko, V.M. Lapushkin // Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii, 2017; 6: 5–15. (In Rus.)
6. *Salash P.* Problema stressa rasteniy v konteynerakh [Problem of stress in container plants] / P. Salash // Problemy dendrologii, tsvetovodstva, plodovodstva: Materialy VI mezhdunar. konf. Yalta, 1998: 50–56. (In Rus.)
7. *Shubakova N.V.* Osobennosti razmnozheniya chernoy smorodiny s zakrytoy kornevoy sistemoy [Specific features of reproducing black currant with a root-balled system] / N.V. Shubakova, O.V. Khapaeva // Nauch.-tekhn. byul. VIR, 1991; 207: 34–35. (In Rus.)

Раджабов Агагомед Курбанович, декан факультета садоводства и ландшафтной архитектуры, доктор с.-х. наук, профессор, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: plod@rgau-msha.ru).

Никитенко Аллан Александрович, аспирант РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: allannikitenko@gmail.com).

Лапушкин Всеволод Михайлович, кандидат биологических наук, доцент РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550 г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: lapushkin@rgau-msha.ru).

Стрелец Виктор Дмитриевич, вед.н.с. лаборатории плодоводства факультета Садоводства и ландшафтной архитектуры, доктор сельскохозяйственных наук,

профессор, профессор. РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127550, Российская федерация, город Москва, улица Тимирязевская, дом 49; e-mail: asvl1@yandex.ru; тел.: (915) 238-08-97.

Agamagomed K. Radzhabov, Dean of the Faculty of Horticulture and Landscape Architecture, DSc (Ag), Professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow 127550, Timiryazevskaya Str., 49; e-mail: plod@rgau-msha.ru

Allan A. Nikitenko, postgraduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow 127550, Timiryazevskaya Str., 49; e-mail: allannikitenko@gmail.com

Vsevolod M. Lapushkin, PhD (Bio), Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow 127550, Timiryazevskaya Str., 49; e-mail: lapushkin@rgau-msha.ru

Victor D. Strelets, leading researcher laboratory of fruit growing, faculty of Horticulture and landscape architecture, Doctor of agricultural sciences, Professor. Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 127550, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya st., 49; e-mail: asvl1@yandex.ru; phone: (915) 238-08-97